

# 幼児数概念の方法論的考察<sup>(1)</sup>

藤 永 保

## § 1 数概念研究への方法論的反省

数概念の発達、あるいはその獲得の研究は、心理学の分野で必ずしも数多いとはいえないが、従来の諸研究を概観すると、そこにいくつかの傾向を認めることができる。まず第一に、幼児の思考あるいは心性の発達一般における一つの側面として、数概念の形成過程を研究する方向が、あげられるであろう。<sup>(2)</sup>これに対し、第二の潮流は、算数教科の円滑な学習という、実践的効用をめざす教育心理学的研究の一環をうけもつべき数概念の研究である。この分野は、必ずしも心理学者の独占するところではない。むしろ、数学者や現場の教育者の寄与が大きい。<sup>(3)</sup>第三に、知能検査その他の研究と関連して、幼児の数能力あるいは数概念の因子的構造の究明が数えられる。<sup>(4)</sup>さらに第四には、未開人、動物をも含めて広い意味での比較発達心理学的研究があげられるであろう。<sup>(5)</sup>

これらのうち、いわゆる心理学のオーソドックスとして主流をなすものは、むしろ第一の系譜である。第二の傾向は、従来、単なる技術学・応用心理学として軽視されてきた傾きがあるし、第三の傾向は、近來に至ってようやく心理学の市民権を獲得したにすぎない。さらに、第四の比較心理学的研究は、逸話的記録に頼ることが余りにも多かったので、真正の数を取り扱うものか否かにすら疑いの余地がある。こうみてくると、数概念の発達段階の究明という第一の傾向が、この分野での主力をなす事情が肯かれよう。

しかし、こうした伝統的な研究方向は、果してどのような成果を心理学の中にもたらしたであろうか。この問題を考えるとき、そこにいくつか疑問の余地がみいだされる。これらの多くは、一般的な発達図式の一つの例証として数の問題を取りあげているのであり、そこに数概念特有の契機をみいだすことは難しい。いいかえれば、数の発達も言語の発達も運動機能や情緒の発達も、全てが同じ法則、同じタームで説明されるのである。たとえば、複合一分節、確定—不確定等々の発達原則にしたがって、全ての精神機能を高低の順序に排列しようとする Werner の態度は、その典型であろう。<sup>(6)</sup>

そこに、「発達の視象学」ともいふべきものは樹立されたにしても、動かし

えない内的秩序の展開が暗に仮定されているように思われるのである。こうした態度からはまた、成熟とか *readiness* といった内的要因に比重がかけられることになり、数教育という実践的な契機や、あるいは経験・環境などの外的要因は軽視されがちである。こうして数概念の発達の研究は、冒頭にのべた他の諸潮流とはほとんど無関係のままに展開されてきたといえるであろう。(Piagetの諸研究は、こうした傾向に対する唯一の例外を提供している。彼は思考の発達を内外両要因の相互作用の結果に帰している。しかし、不幸にして、彼の基本的構想は無視され、いたづらに発達の段階説だけが強調されているようにみえる。たとえば、Piaget のいう様々な発達段階が、その子供のもつ経験とか環境的要因を捨象されたままに、絶対的な年令区分として受けとられている例が多い。<sup>(7)</sup>)

ここにのべる論述は、このような従来の研究方法への不満と批判から出発している。以下、いくつかの論点に立ち入ってみよう。

第一に、特に数概念をとりあげ、その研究を志す理由はどこに求められるべきであろうか。いいかえれば、発達現象一般の中で数概念にどのような位置づけを与えるべきであろうか。すでにのべたように、従来の諸研究ではこの問題にほとんど何の考慮も払われていなかった。そこから、特に数概念をとりあげる必然性をみいだすことは難しい。

しかし、我々は、数概念を、概念一般の中でも特異な典型としての性質を示すものと考ええる。したがって、その発達の研究は、概念形成の研究一般に通じる足がかりとなりうる。典型的な事例には、通常は潜在し、あるいは目立たない形で含まれている一般法則が、極端な姿で露呈されてくる。Polya も指摘するように、「特異例は法則を検証する」からである。<sup>(8)</sup>

しかし、いうまでもなく、特異な事例であれば何をとってあげてもよい、という訳にはゆかない。それが、どのような意味で特異であるのか、いかなる資格において典型でありうるかが、問われねばならないであろう。<sup>(9)</sup>

後に詳述するように、ここでは、数概念の本質をその抽象度の高さに求めたい。一般意味論の用語を使うならば、数概念では、抽象の梯子のレベルがより高次であるといってもよい。<sup>(10)</sup> いわばそれは概念の概念であり、抽象の構造が重層的になっている点に特色がある。このような困難な概念が、一見して容易に幼児にも習得されることは、むしろ驚異に近いものがある。したがって、従来、ある論者は数教育が小学校一年生ではほとんど不満足であり、むしろ二年生になってから開始すべきだと主張しているほどである。<sup>(11)</sup> このように困難な

抽象度の高い概念の、幼児における発達または習得過程の研究は、より容易な抽象度の低い一般概念の発達過程に対して、一つの特異例を提供するものと考えられる。

殊に、一般概念の形成が極めて速かに、かつ自然に行われるため、その発生の様相は、現象的観察に頼るかぎりほとんど研究不可能だといってもよい。しかし、もし幼児における数概念習得の過程が明らかにされるならば、そのようなモデルを更に一般化することによって、概念形成の研究に対し新しい方法を拓きうるかもしれない。

さらに、概念形成の問題は、具体的には言語の獲得とその抽象化の過程を中核としている。これらはさらに、思考の発達や知能の本質の問題に関連してくるであろう。<sup>(12)</sup> こう考えてくると、数概念の発達の研究はかなり広い展望に連る可能性がある。したがって、我々は、単に数という限定された局面を扱うのではなくて、以上の展望を背景とした数概念の研究を行うのである。

次に、従来いわれてきた数概念の発達図式は、そのまま容認しうるものであろうか。しばしば、幼児の数作用は次のような発達段階を経過するといわれている。数量未分化の段階、具体的集合数概念の段階、物と物との対応による集合の分析的認識（数取り）の段階、数詞と物との対応による集合の分析的認識の段階。このようないくつかの区分がみられ、しかも、これらの所説は現象的な観察の体系化に頼るところが大きいようである。<sup>(13)</sup>

もちろん、現象の記述や観察は研究の第一段階として必ずふまねばならないステップであり、その限りでは上記の所説にも大きな価値はあろう。殊に、基礎的概念の確立されていない領域では、記述や観察の意味を忘れることはできない。それらは発達の標準化、あるいは統合の方向を指示する意味があるからである。あるいは、心理学一般がいまだに現象的研究の域内に止まっている現状で、それらに不満をもちするのは多少酷に過ぎるかもしれない。

しかし、現象的な観察及びその体系化については、いくつかの難点がとりあげられるべきであろう。第一に、そこには実証的資料の欠除がめだつ。上のようなさまざまな段階が、直列的な層をなして展開してゆくという構想は、やゝ皮肉ないい方をすれば、Spencer 流の進化論を思わせるものがある。たとえば、Piaget の綿密な臨床的研究のデータと比較対照すれば、この欠陥は明らかとなる。彼は、数概念の基礎を一対一対応、結合分割、順序の各不変性の認識に求めている。このような見地からすれば、幼児のもつ現象的な数能力は、あるときは単なる機械的暗誦や、音声記号にすぎないのであり、真の数概念とは何

の関係もないことが知られる。事実、3才くらいの幼児ですら1から10までの数唱や計数、ときとして簡単な加減算すら可能なことがみられる。しかし、これらの子供に Piaget のような数の保存は、必ずしも認められない。「社会環境は、声を出して数えることを、しばしばこの水準の子どもにおしつけているのだが、何といってもまだ、言葉だけのものにすぎないのであって、操作的な意味はもっていない」<sup>(14)</sup> からである。

こうみえてくると、そこには数概念の厳密な定義あるいは規定が全く欠除していることが知られる。そこからまた、自然数概念こそ、幼児の数の最終目標だという偏見がしらずしらずのうちに忍びこんでくるのである。幼児の発達は、いわばこのゴールに無限に近似してゆく過程とみなされているようだ。これは、実証科学であるはずの心理学を、公理系の科学に従属させようとする誤りを導くものであろう。<sup>(15)</sup>

さらに、上の諸段階は、生物学的に不動な内的秩序の展開を示すものだろうか。このように解釈することは、恐らく正当ではあるまい。具体的集合数概念といった段階は、数取りの前段階であろうか。Bartlett は未開人の集合の認知法を論じて（これは、具体的集合数概念と呼ばれる認知法に近いものである）これらは文明人のもつ数概念の補償機能をなすものであり、いわば全く異質なものだとのべている。<sup>(16)</sup> 上記の区分は、連続的というより、むしろ非連続と考えた方がよさそうである。いいかえれば、発達段階とはそこに含まれる心的機能の次元によって規定されるべきなのであり、現象としての数能力に依拠すべきではない。数学という外的な枠組から与えられた自然数概念を、数概念の定義とする限り、上にのべた曖昧さをさけることはできなくなる。心理学の研究は、心理学的な数概念の定義が定められたときに始まるべきなのである。

第三に、上のような段階の直列的なヒエラルキーは、図式の絶対化をもたらしている点が指摘されねばならない。数の習得という問題について、我々は、従来の研究から多くの指針を求めることはできない。図式の絶対化は、成熟あるいは readiness という内的要因の過重視を導くからである。<sup>(17)</sup> readiness を第一とするかぎり、手を拱いてその到来を待つより他にはないので、数概念発生の過程のコントロールは不可能である。

しかし、数の獲得における人類の歴史を考えると、たとえば、0の発見がどんなに偉大な貢献であったか、また、それがどんなに困難な道程であったかを知ることができる。<sup>(18)</sup> 0という概念は、決して、自然な readiness の到来によってえられるものではない。しかし、今日0の概念を抜きにした数概念は

考えることができない。この簡単な事例を顧りみるだけでも、数概念の獲得には、教育ひいては文化的環境の圧力という外的要因を無視しえないことは明らかである。成熟や readiness は数概念発生の原因ではなくて、数概念がどのような方式でどのような範囲において、習得可能であるかを規定するにすぎない。

我々は、従来の研究から一步を進め、与えられた成熟段階において、どのような方式をとれば、どの範囲で数概念の習得が可能であるかを測定したい。このことは、逆にまた、ある readiness が何を規定しているかを測定することでもある。その意味で、我々は幼児における数概念の実験教育を意図するのであるが、それは実践的な効用という域に止ることなしに、新しい実験的な方法論の確立をも目指しているのである。

実験教育の具体的内容は後に詳述するが、その方法論的なアウトラインだけをのべてみよう。数概念の場合、上にのべた成熟や readiness に主因をおく考え方にも、ある意味では一理がある。幼児の数の習得は、飛躍的に非連続に達成されるのが普通である。いつのまにかできるようになった、というのが多くの親のいつわらざる実感であろう。<sup>(19)</sup> したがって、現象的な観察に依拠するかぎり、その飛躍の軌跡を定めることは、ほとんど不可能である。そこに段階説の登場する理由がある。

しかし、現象的な観察及びその体系化からは、事象系の因果的な構造について何の知見もえられないことが指摘される。ある段階から次の段階へ移行する契機は何であるか、従来の諸研究はもはや何も語ってくれない。そこで、我々は問題をいわば逆向きに解いてゆく。<sup>(20)</sup> つまり、観察不可能な飛躍の軌跡を理論的に推定し、再構成してみる。これをできるだけ具体的な過程に分析し、どの程度まで分解したときに、与えられた発達段階の幼児に、理解可能であるかを想定する。こうしてえられた理論的な数概念発生モデルを、具体的カリキュラムに翻訳して、実験教育に適用してみる。もし可能ならば、観測不可能だった飛躍を理論的に近似できることになる。もしまた、あるモデルが失敗するならば、そのような理論構成も廃棄されねばならない。こうして採択と拒否の過程をくり返し、その近似度を高めることによって、最終的には数概念発達の因果的な構造を知ることが可能になるだろう。

この方式は、生物学における実験発生学の手法と類同の意味をもつ。実験教育とは、また発生的方法なのであり、事象系の制禦をめざす一個の方法論である。それであるからこそ、与えるべき目標——心理学的な数概念の明確な定義と、学習プロセスの理論的モデルとがともに要求されるのである。そこに数概

念の実験教育法のもつ第三の意味がある。

さらに、第四として、現在数教育の方法の整備や体系化の必要が望まれながら、それは主として数学教育の専門家によって行われ、心理学の側からの寄与は少いことがあげられねばならない。<sup>(21)</sup> もし、心理学が正しくこの問題に貢献できるならば、そこには、単に効率の良い数教育といった域を超えた効果が求められるかもしれない。つまり mental process の正しい理解に基く数教育は、人間の中に潜在する資質を開発しうる可能性がある。事実、優れた数学者の多くは幼児期に数教育または数学習の経験をもつといわれる。<sup>(22)</sup> しかし、もちろん、それがどんな数教育でもよいとはいえない。そこには、常に何らかの意味での適切な数教育が行われたと考えられる。ここに幼児数教育の第四の意義がある。

## § 2 幼 児 数 教 育 の 目 標

数概念は極めて高次なものであるにもかかわらず、それが在来教育法において、比較的容易に習得されていた——ように見えるのはなぜだろうか。戦前の数教育を回顧するとき、そこに一つの大きな特色があるように思われる。それは、暗記学習による習熟であり、暗算による演算法則の機械的強制である。<sup>(23)</sup> そうして、この方法が一応の理解という線に限るなら、効率が高いことも肯かれる。内容的な理解が困難ならば、機械的暗記が最も安易な方法となるからである。それはまた、数の意味について、児童に何も理解させようとしなかった態度に基因している。あるいは、方法自体が、すでに数教育の失敗を物語っているともいえる。児童は教室における抽象的な数を知りながら、日常的な場面で具体的に数を適用したり、数によって思考を進めることはほとんど知らないという奇妙な結果が生じた。これは、演算の機械的暗記と、日常の具体的場面からの分離がもたらした、必然的な欠陥である。

こうした風潮を反省して、戦後の新教育では、具体物または日常場面での数の使用から入って、次第に抽象的な記号としての数の習得へ向うように改正された。しかし、小学校に入学する時期の児童では、何らかの意味で数をすでに学んでいるため、彼らは一年生のカリキュラムを既知のものとして、これに興味をもたないという別な欠陥を生じる。<sup>(24)</sup> 戦後の新教育では、大体一年生で具体物による数を教え、二年生から記号的な数を教えることになっていた。最近これに対してさらに反省が行われ、一年次から記号的な数を教えるように再改

正されている。

こうした経過を省りみると、そこに必要なことは、今まで各家庭の自由意志に任されていた幼児の数教育をもう少し系統だて、入学後の数教育が円滑に運ばれるよう配慮することであろう。いいかえれば、現在までの小学校における数教育は、新入児童の能力段階を見誤っているし、あるいはまた、戦後の幼児教育への関心の増大は、小学校カリキュラムのテンポと合致していないともいえよう。小学生は、具体物から改めて数を導入するには大きすぎるし、さりとて、記号的な数をいきなり注ぎこむには小さすぎるのである。

したがって幼児数教育の目標は、小学校の教課をいたづらにそれ以前の年令に延長することではない。幼児の成熟段階にふさわしい数の概念を与え、それがどこまで展開できるかをみることである。その結果、もし一定の方法・原則が確立され、無差別・無原則な幼児教育がしりぞけられるなら、小学校の教課も、より系統的に正当に組まれることとなるだろう。

だから、幼児数教育は、小学校の段階ですら困難な数の記号的演算を直ちに指向してはならない。記号的演算の暗記学習は、たとえ外形的に可能であっても、実は百害あって一利がない。<sup>(25)</sup> このような仕方では記号の運用を教えることは、ちょうど外国語を記号として教える方式と同様であり、具体的場面への適用能力をむしろ阻害するであろう。我々は、あたかも自国語を学ぶような仕方では、数を学ぶ必要がある。いいかえれば、数の生きた感覚を与えることが幼児数教育の目標である。

このことは次の原則を導く。数を具体的な場面で常に使用でき、またそれに習熟すること、数が具体的な課題解決場面に用具として役立たねばならないこと、数の抽象的記号としての次元と具体的適用の次元とが、常に相互に feedback し合って、その双方の意味が、相互に深め合っていくことである。この feedback のメカニズムが完成されれば、日常的経験が常に学習としての生きた意味をもってくる。そうして、記号的演算は具体的に了解されながら、円滑に導入できるようになるだろう。

このことはまた、数を記号として意識させる必要をも意味している。しかしそれは戦前の数教育がそうであったように、意味や内容の分らない記号を強制することではない。幼児の初期言語が、すでにシンボルとしての性格を萌芽しているように、<sup>(26)</sup> 数の記号的性格を極めて易しい形で理解させることである。通常行われているごとく、数を単なる言葉として教えること——たとえば1から10まで暗誦させることは、数の特異な性質をむしろ捨象することに近いので

はないだろうか。単なる音声記号として教えこむよりは、もう少し具象的な明確な記号として——一般言語と区別した形で——導入する必要がある。こうして、数の具体的・日常的次元と、記号的次元とがはっきり弁別されるとき、始めて feed-back process の発動が可能になるだろう。

要するに、数を単なる記号として教えることも、あるいは単なる具象的・知覚的对象として教えることも、ともに一方向的である。我々は、まず両次元の feed-back を考える。そうして、この二者間の落差が、ある成熟段階において余りにも大きいと考えられるとき、そこに仲介的次元をさらに内挿することを試みる。これが、大まかな原則である。

### § 3 概念の性格・機能

概念とは一体何であるかを考えるとき、従来の思考心理学は、Piaget の指摘する誤りをおかしていたように思われる。それは、論理学から、概念・判断・推理の3カテゴリーを金料玉条として受けとり、これらの間の有機的関係を断ち切ってしまった。そこから、概念を常に完成された体系として扱う誤りが導かれる。したがって、多くの概念形成の実験は、たかだか共通徴表の抽出といったところに概念の本質ををみだしている。このように、すでに整備された概念体系を前提とする考え方は、成人を対象とするとき妥当なモデルとなりうるかもしれないが、概念の特質を明らかにするためには必ずしも役立たない。Goldstein の実験は、これを鮮かに示し、概念の dynamic な性格を明らかにしている。<sup>(27)</sup>

彼は健忘失語症 amnesic aphasia 患者の言語障害を研究し、それは結局、患者が、言語あるいは概念を、個別の具体的知覚的对象と結びつけてしか理解できないためであることを、みいだした。このことは、患者が、様々に変転しまた多様なニュアンスを帯びた現実の世界を、体系的に整序すべき用具を欠いていることを意味する。彼らは、知覚的世界に密着しすぎているので、事物の個性的特徴しか捕えることができないのである。Goldstein は、これを範疇的態度 categorical attitude または抽象的態度 abstract attitude の障害と名づける。<sup>(28)</sup> そうして、我々の抽象的言語の——ひいては概念形成の基礎は、この categorical attitude の存在にあると考える。多様な知覚的世界の無数の対象は、この態度によって体系的に分類され整理されて、始めて我々の扱いうる形になる。たとえば、人間は約 8,000 万の異った色彩を弁別しうるけれども、色



の概念としては、たかだか 20 か 30 の枠内に収めることが可能である。<sup>(29)</sup> このような分類体系は、抽象的態度によって成立するのである。

だから、本当のことをいえば、ある類や属が区画されることを前提として、始めて共通徴表の抽出が説かれるはずなのである（むろん、こういったからとて、問題が全て片附く訳ではない。抽象的態度は、しかれば、いかにして発生するのか、その発生の過程において、共通徴表の抽出が必要ではないのか、これらの疑問が残るであろう。しかし、これについては、なお後述することとしここでは概念のもつ意味のみを明確にしたい）。たとえば犬という概念は、犬のもつ共通徴表の抽出から成立するのだろうか。知覚的には、猫に類似した犬もあれば、より大きな動物に似ている犬もあろう。これらを「一まとめ」にして、そこから共通の特性を抽き出すというなら、そこにはすでにそれらの共通性が前提されている必要がある。これは、同語反復的である。あるいは、逆に、未開民族では、我々が区別しないような人間の歩き方の特徴を、さらに細く分類するといったことが認められる。<sup>(30)</sup> このようにみてくると、必要なものは、知覚的世界全体を区画する分類「体系」であり、個別的な概念ではないことが分る。あるいは、個別的な概念といういい方自体が、すでに矛盾を含んでいることになるであろう。猫や馬という近接した概念と、何の関連ももたないような孤立した犬という概念——擬似概念がたとえ存在しても、それは本来の機能を果さない。失語症患者のもつ概念は、まさにそのようであるからこそ、そこにさまざまな障害の発生する理由がある。

したがって、概念とは、それぞれ相互に垂直・水平方向への関連をもち、相互に定義し合うものである。<sup>(31)</sup> 個別の概念は、この全体系中の下位体系であり、そこから切り離されれば容易に意味を失う。したがってまた、概念が実在に対応しうるとすれば、それは一組の体系全体として、始めて一組の実在全体に対応しうるのである。個々の概念が、個々の実在に対応するのではない。<sup>(32)</sup> たとえば、古代の日本人は、我々より遙かに微細な色の命名法をもっていた。この色名法全体に通じていない現代人は、古代の色名を個々に呈示されても、ほとんどそれをみわけえないのである。<sup>(33)</sup>

以上、概念は相互に関連し、相互に定義しあって——いわば、単独では不確定であることによって、始めて有効になる。このような相互規定性を、かりに概念の操作または演算と呼んでもよからう。以上を総合すれば、個々の概念とは、相互に演算可能な一組の概念体系全体を、前提するといってもよい。

数概念の場合にこのことを拡張してみると、結局、数概念も最終的には、相互

に演算可能な体系全体として与えねばならないことを意味している。たとえば、1 という数概念を如何にして定義しうるか。1 本の木、1 人の人、1 枚の紙、1 軒の家、それら全てから 1 という共通徴表を抽き出すことは、果して可能だろうか。1 以外の様々な特性を、事物は常に帯びている。その中に潜在し目立つこともない 1 という特性を、どうして弁別できるのか、誰しも迷わざるをえないであろう。だから、実際には 1 を個別的な実在に結びつけずに、むしろ他の数概念と関連させて定義することが必要である。<sup>34)</sup>  $1 = 2 - 1$  または  $1 + 1 = 2$  のような形で、1 と 2 とを関連的に定義し、こうして次第に歩を進め、かりに 1 から 10 までの数概念相互の演算が可能になったとする。このように定義された 1 から 10 までの数概念体系全体について、始めて実在との対応、あるいは feed-back の過程が可能になる。したがって、我々には、演算操作を含むような、一組の数概念全体を習得させることが目標になる。

#### § 4 概念発達の動的過程

しかし、前節でのべたことも、いわば最終目標にすぎないのであり、概念がどのようにして発生してゆくかの過程を究明しなければ、実地に適用するにはまだ隔りがある。そこで、概念発生の過程を画くモデルが必要となる。

概念形成を動的に考察するならば、そこには共通徴表の抽出ということよりは、むしろ、labeling の機能が浮び上ってくる。いかなる概念も、それが心的機能として内在化される前に、より具体的に操作しうる何ものかを必要とする。つまり、概念の具体的な用具としての言葉を考えねばならないことになる。むしろ言葉は概念そのものではない。概念とは思考の機能的関連を指すのに対し、言葉はそれを表現する用具だからである。その意味で両者の構造は常に平行するとは限らないし、初期段階では言葉の方が先行する。このように考えるならば、幼児の始めて教わる概念とは、結局その接する限られた具体的環境中の事物に、成人によって与えられた命名に帰着される。

たとえば、我が家のポチに対し、犬という概念——言葉が labeling される。だから、始め幼児の習得する言葉は概念の表現ではなくて、ほとんど個別の対象に即した擬似概念にすぎない。こうして、第一の anchoring point が設定される。次に、たとえば隣家のペスに対しても、同じく犬という名前が label されたとしよう。そのとき、幼児はポチとペスとの比較照合を、犬という名詞を仲介にして開始することになる。したがって、概念形成の過程を動的に発動

させるものは、この labeling なのである。

もちろん、labeling 以外に幼児のもっている内的過程、汎化や弁別の機能もこれに参加していることは疑いない。しかし、こうした内的過程だけに比重をかけることは、再びある誤りに導き易い。幼児は、よく、「骨」を知ったのちに「種」を骨と誤ることがある。これは、いわば Köhler のいう「良き誤り」ではあろうが、同時に汎化の限界をも示している。実際、犬という単純な概念の底にすら、ある完成された分類体系が働いているのであり、こうした文化遺産を無視することはできない。したがって、こゝでは汎化や弁別の過程を考慮しないという意味ではない。それらに内容と方向を与え、それを集約するものとして labeling を考えるのである。

ともかく、こうしてポチとペスとが照合されるとき、そこに共通徴表が知られ、また附加的徴表が知られる。いわば、この二つの写真を重ね焼きしたような新たな anchoring point が作られる。さらにまた、第三のクロという犬が加わるとする。この影像は、再び第二の anchoring image と照合されるだろう。この三つの重ね焼きは、共通徴表をさらに色濃くし、附加的徴表をさらに薄くする。<sup>35)</sup> この過程が何度も繰り返されるとき、最終的には、共通徴表がはっきりしたイメージとなり、附加的徴表はさらに曖昧な陰となるような pattern の完成が想定される。これは最近の脳生理学の知見に照らしても、決して単なる空想ではない。<sup>36)</sup> ついに、幼児は犬についての極めて中核的な特徴と、附加的な特徴とをみいだすことになる。

もし、猫についても同じ pattern が完成し、犬と猫を相互に比較すれば、そこに二つの中核徴表と二つの附加的徴表がえられ、その間の関連が理解されるようになるだろう。このような感覚運動的なレベルでの半具象的イメージは、やがて内在化されて、概念体系へと発展してゆく。したがって、これが概念間の演算を許す具体的な基盤であり、このような隣接概念間の比較照合が、長い試行錯誤の道程で習得され、それらが延長拡大されて、最終的な概念空間が形成され categorical attitude が養われる。それ故、この長い一連の過程を発動させるステップとして、labeling の機能が重視されねばならない。

このことはまた、第2節でのべた数概念の記号的次元の重視と連ってゆく。すなわち、labeling を可能にするためには、それが記号であり、実在とは異なる次元にあることが明確に意識される必要がある。<sup>37)</sup> ここにもまた、数を単なる音声記号として与えることの無意味さが、理解されるであろう。

## § 5 具体語と概念語

しかし、前節でのべたモデルもまた、近似的であることを免れない。言葉と概念は、前節で指摘したように、常に平行するとは限らない。幼児は、非常に長期にわたり、徐々に概念体系を完成させてゆくのであるから、その初期において、概念は、完成された概念体系と具体的事物とのちょうど中間にあるような時期があろう。事実、幼児のもつ環境像は極めて限定されているから、その中に介入する事物のヴァリエイもさほど大きくはない。たとえば、犬という概念も、たかだか、その接しうる数匹の犬を *anchoring point* として形成された半具象的なものであろう。この時期の概念をかりに擬似概念と呼び、またその *label* を具体語と呼ぼう。するとこの時代には、概念は具体的知覚的世界に極めて近く、両者間の *feed-back* も極めて容易であることに気づく。かりにこの状態にあるとき、さらに新しくまた異った犬の変種に接したとする。幼児が混乱を起せば、彼は直ちに自己の *anchoring point* をおく具象的世界に帰る。こうして *checking* が行われ、混乱は次第にさけられてゆく。こうした具体的世界との試行錯誤的な *feed-back* は、概念体系が整備されるまでは常に必要であり、いわば概念空間に至る仲介手段なのである。(Fig. 1)

したがって、我々は一挙にして、整備された概念体系の習得を幼児に強制し

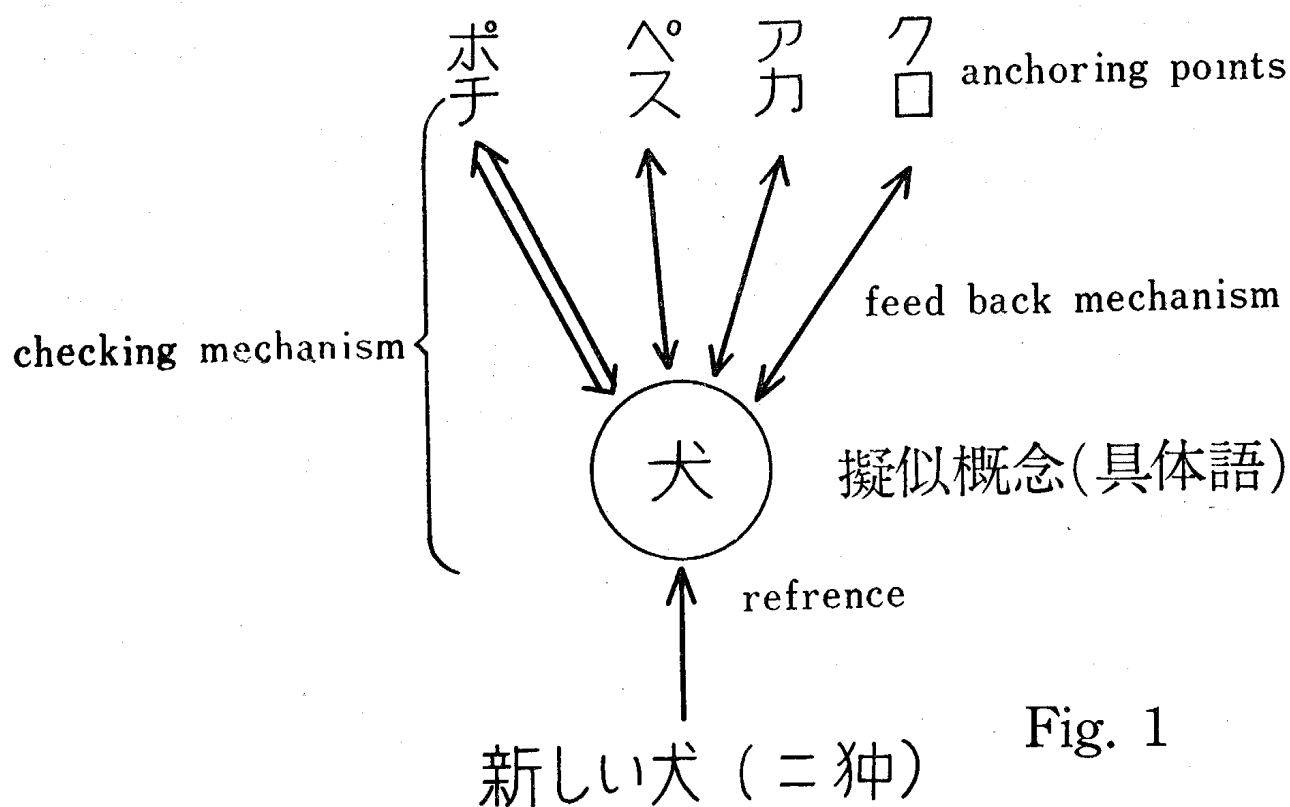


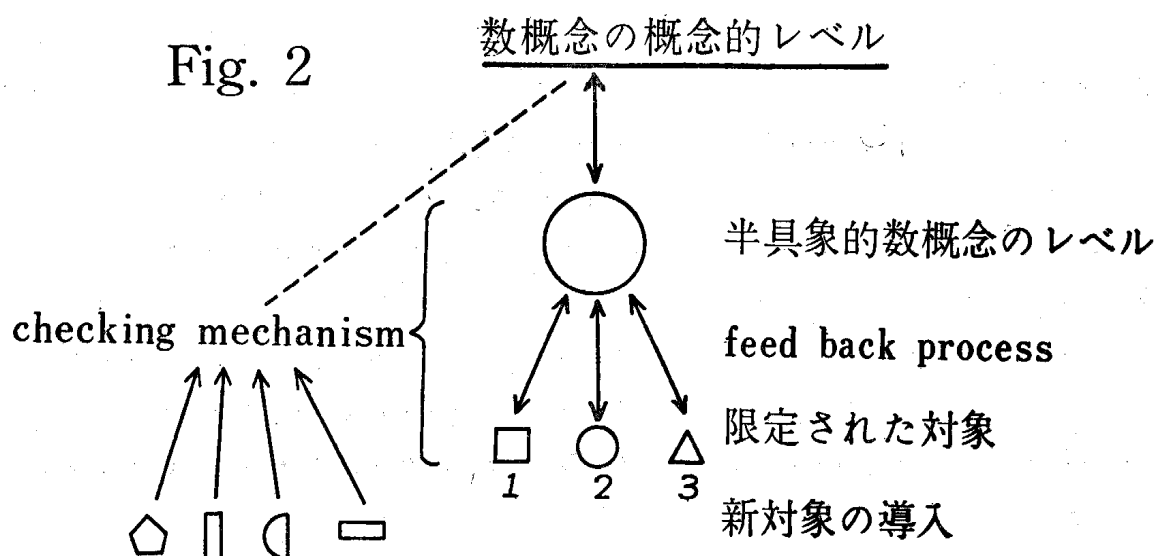
Fig. 1

てはならない。そこに昇るための梯子として、半具象的な擬似概念の次元を設定する必要があるだろう。この擬似概念の構造と実在の構造とが相同であれば両次元の **feed-back process** はより容易となるであろう。

具体語の考察からは、また次のようなことが知られる。つまり、犬という概念にすら半具象的な擬似概念の段階と、生物学的に定義された完全な論理的概念の段階との二つを両極として、無数の段階を分けることが可能である。このような区分は、概念体系それ自身のうちにも存在している。たとえば、犬という概念は実在への **feed-back** がともかくも可能である。しかし自由とか関係とかいう概念は実在への対応が全く不可能である。もし、これを具体的世界に対応させようとするならば、それを「たとえば」という仕方で扱うより他にない。いいかえれば、この概念を構成するいくつかのより具体的な概念に分解した後、さらに、それらと実在との対応をめざすより他にないであろう。

私は、概念——言語体系を大まかに二つの次元に分け、自由や関係といった直接実在に対応しえないレベルを概念語と呼び、犬のようなレベルを概念・具体語と呼びたい。この二つの区別は、概念空間における、次元の高低と対応している。つまり、概念語は体系中のより高い秩序を占め、それを下に辿ることによって、概念・具体語のレベルに到達することができる。かくしてまた、最終的に実在との対応を求めることができるのである。(一組の概念体系と、一組の実在全体との対応という構想は、すでに先にのべたのであるが、対応論を、この場合にまで拡張することができるであろう)。

数概念の困難さは、上の用語を借りれば、まさに概念語としての困難さにある。これを直接実在に対応させえない理由も、そこにある。誰も、幼児に「自由」



とか「論理」といった言葉を教えようとは考えない。しかし、実際は、数概念もまた同様に困難なものである。先に第1節で、数概念の抽象度の高さを重層的と表現したのであるが、その意味もここに帰着する。

だから、概念語としての数概念にいきなりとりかかる前に、概念・具体語としての数概念の次元を仲介手段として導入し、この概念・具体語のレベルと実在との feed back process を繰り返して行う必要がある。しかも、この実在の世界も、始めは anchoring point として、ごく限られた数種の事物からとりかかるのが望ましい。そうして checking system としての半具象の数概念レベルと feed back させ、これに習熟させる必要がある。この習熟が終ったときに、始めて別種の多様な対象を導入してゆく。この過程をへた後に、checking system としての半具象の数概念を、本格的な数概念にと飛躍させてゆくことが可能になるだろう。(Fig. 2)

## § 6 実験教育のための数概念発生の過程論

以上の考察から、以下の原則がひき出される。

- 1) 数概念は、最終的には演算操作を含む一組の体系として与える必要がある。
- 2) 数の特異な記号として、理解させる必要がある。したがって、単なる音声記号として与えてはならない。
- 3) 記号的水準と、実在の水準との feed back による、長い試行錯誤的習熟の過程が必要である。
- 4) しかし、いきなり、数の概念的レベルと実在との対応をめざしてはならない。この二つの次元を仲介する、半具象的レベルの導入が必要である。この半具象的レベルは、実在のレベルと構造的に相同であるもの（ここでは、知覚的な対応関係をもつもの）が、checking system として好ましい。
- 5) 数概念と実在との feed back process には、単なる対応のみならず、演算操作の対応をも含まねばならない。
- 6) 幼児の成熟段階を常に考慮する必要がある。したがって、与えたカリキュラムが不可能か困難であれば、さらに仲介的な次元を内挿してゆく。あるいは、与えるべき数の範囲も、ある演算操作に必要最低限なところに止めるべきである。

以上の原則から、我々の具体的方針は次のようになる。

- 1) 数の範囲を一応5までに限定する。しかし、その中で、序数、集合数、対応、加減等の演算操作を含めた概念体系を与える。
- 2) これが可能になったときに、数の範囲をさらに拡大していく。
- 3) 仲介的なレベルとして、サイコロの目画いた数図を導入する。つまり、

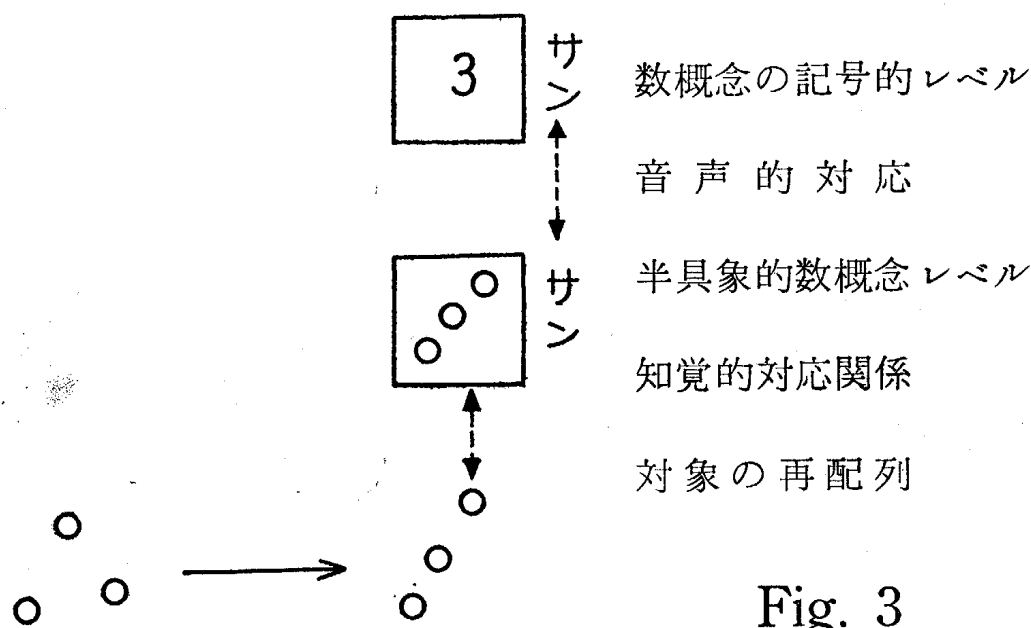


Fig. 3

この数図は、その pattern において実在対象と知覚的に同形にすることが可能であり、知覚的レベルでの対応関係をつくりうる。また、これに数字と等しい音声的 label を賦与することによって、抽象的記号と連結しうる。さらに、加減の操作を知覚的に行うことが可能である。(Fig. 3)

以上によって、実験教育の方法論的基礎を略述し、具体的方法のアウトラインを画いてきた。この方式を実地に適用した結果については、その後、若干の知見と同時に幾多の反省をもえたのであるが、何れ稿を改めて発表したい。

#### 註

- (1) この論文は、齋賀久敬（現東大教養学部助手）、細谷純（国立教育研究所）両氏との共同研究を始めるに当って、研究者間の統一をはかるために私の書き下したものであり、ほぼ四年以前の旧稿に属する。いま、改めてとりだしてみると、発想の粗雑と論考の不備が目立つのみであるが、些少の字句の訂正及び註と文献補充のみに止めて、あえて原形のまま発表することとした。よかれあしかれ、本論文の構想は、その後の一連の研究の出発点となったものであり、我々にとっては一種の記念碑的意味をもつ

からである。文責はむろんあげて筆者にあるが、共同研究の一部であることをお断りしておきたい。その後、我々の研究もどうやら一段落に近づいた。その後の経過に興味をお持ちの方は、いずれ「心理学研究」「教育心理学研究」両誌上に続稿を発表する予定であるから、ついて御参照頂ければ幸である。

- (2) Piaget, J. et Szeminska, A. La genèse du nombre chez l'enfant. Delachaux et Niestlé, 1941.

Werner, H. Comparative psychology of mental development. N. Y. International U. P. 1957

上記の二著にこの傾向は代表されているようであるが、一般の発達心理学書で扱われる数観念の研究も、ほとんどがこの系譜に属する。

- (3) Thorndike, E. L. The psychology of arithmetic 1922. はこの領域での古典であろう。日本でも、武政、大伴、小田、四方等々の諸氏による多くの労作がある。また、数学者や教育者による業績も数多い。最近では、遠山啓氏その他による、いわゆる水道方式の諸著作が現われている。

- (4) たとえば, Werdelin, I. The mathematical ability. Lund, 1958.

- (5) Wesley, F. The number concept. A phylogenetic review. Psychol. Bull. 1961, 58, 420-428. 等を参照。以上 (2) (3) (4) (5) については、何れも詳しい文献表は「心理学研究」の展望欄に発表する予定である。

- (6) Werner, H. 前 出

矢田部達郎, ウエルナアによる精神の発達, 培風館, 1952

- (7) 近来 Piaget 学派では「保存」の学習ということに、一つの関心の焦点があるようである。P. U. F. より刊行された Etude d'épistémologie génétique という双書の中にいくつか関係の論文がみられる。

- (8) ポリア, 柿内訳, いかにして問題をとくか, 丸善書店, 1954

- (9) このような考え方は、たとえば、フランスの異常心理学の伝統である。あるいは、Freud の精神分析学は meta-psychology と呼ばれるように、神経症という特異な事例から心理的活動の dynamics 一般に通じうる法則をみいだそうとするものである。また、Goldstein による健忘失語症の研究は、言語の問題に大きな光明を投げかけたのであるが、彼の結論が失語症一般に妥当するか否かは疑問とされている。しかし、ここでは、失語症一般に通じる知見の獲得というよりは、むしろ、言語あるいは思考の病理学を示す典型として、健忘失語のケースがとりあげられたと解釈される。このような、二・三の例をかえりみても、典型的方法は心理学の分野で、かなり有力なものであることが理解されよう。

- (10) S. I. ハヤカワ, 大久保忠利訳, 思考と行動における言語, 岩波書店, 1951

- (11) たとえば, 波多野完治, 算数の学習心理学, 牧書店, 1952

- (12) Luria, A. R. & Yudovich, F. Ia. (translated by Simon, F.) Speech and the development of mental processes in the child. London, Staples, 1959.

なお、この論文は抽象的な言語の遅滞が精神機能の発達にどのような効果を与えるかの実証的研究であり、いわば、発生学的方法によっている。これはイギリスの学界に大きな反響を与えたらしく、Zangwill, O. が序文を寄せている。

- (13) たとえば, Riess, A. Numerical quantification vs. number sense. J. Psychol. 1943, 15. 99-108.

小田信夫, 就学直前の児童の数行為に関する実験的研究, 教育心理研究, 1933 等を参照。



- (14) Piaget, J. 前 出
- (15) Piaget, J. *Psychologie de l'intelligence*. Paris, Armand Colin, 1952 によって, こうした思考心理学の伝統は痛烈に批判された。
- (16) Bartlett, F. C. *Remembering*. London, Cambridge U. P. 1932
- (17) しかし, readiness に関しては, それを神経生理学的な成熟に帰着させるよりは, むしろそれまでに与えられた教育と経験の体系化に求めようとする考え方もある。私も, この立場に賛意を表したい。
- Moser, Harold. E. *Advancing arithmetic readiness through meaningful number experiences*. *Childh. Educ.* 1948, 24, 322-326.
- (18) 吉田洋一, 零の発見, 岩波新書
- (19) 実際には, おそらく様々な場面における学習過程が徐々に蓄積されており, それが統合されたときに, 飛躍とみえるものが起るのであろう。我々の調査結果によると, 親が全く数を教えないのに, いつのまにか数を習得しているのに, 気づいたという例がかなり多い。だから, 遊び, 買物など幼児の日常生活場面がたえず数概念の学習を強制しているともいえる。
- (20) ポリア, 前出参照
- (21) アメリカでは, 心理学者と数学教育者との協同は, もっと密接であるようにみえるし, あるいは, 心理学の理論に依拠した数教育の体系もみられる。たとえば, 次著は Wertheimer, M. の理論から出発した「構造的算数」の教育法である。
- Stern, Catherine. *Children discover arithmetic—An introduction to structural arithmetic* N. Y. Harper, 1949 これに対して日本では, 算数教育の代表書としては むしろ数学者によるものがあげられるであろう。たとえば,
- 遠山 啓, 教師のための数学入門, 国土社, 1960
- 大矢, 加藤, 横地, 算数の思考(上下) 明治図書, 1960 等々。
- (22) アダマール, 伏見・尾崎訳, 発明の心理, みすず書房, 1959, 参照
- (23) 中谷太郎編, 整数の新しい指導, 明治図書, 1954 参照。
- (24) 多くの調査によると, 小学校入学時の児童はすでにかなりの範囲で数を知り, また簡単な加減算が可能である。
- (25) 私たちの調査例では, 3才児に簡単な加減乗除を毎日15分づつ教え, これを覚えさせるに成功したケースがあった。しかし, この子は小学校入学後, 必ずしも算数の成績は良くないし, その関心も高まっていない。
- (26) たとえば, 矢田部達郎, 児童の言語, 比叡書房, 1949 を参照。
- (27) Goldstein, K. *Language and language disturbance* N. Y. Grune & Straton 1948.
- Goldstein, K. *The problem of the meaning of words based upon observation of aphasic patients*. *J. Psychol.* 1936, 2, 300-316.
- (28) Goldstein, K. & Scheerer, M. *Abstract and concrete behavior—An experimental study with special tests*. *Psychol. Monogr.* 1941, 53, No. 2, 1-151.
- なお Head のいう「象徴的思考と表現機能の障害」も類似した概念を示している。
- Head, H. *Disorders of symbolic thinking and expression*. *Brit. J. Psychol.* 1920-21, 11, 179-191.
- (29) Bruner, J. S. Goodnow, J. J. & Austin, G. A. *A study of thinking*. N. Y. Wiley, 1956.
- (30) たとえば, レヴィ・ブリュール, 山田訳, 未開社会の思惟, 上下, 岩波書店

- (31) ヴィオー, 村上訳, 知能, 白水社, 1951
- (32) 藤永保, サインとシンボル, 人類科学, 1961, 13, 15~34
- (33) 私は, このような概念体系全体を概念空間と名づける。そうしてこのことは, 色に  
 関していく組もの概念空間の設定が可能であることを意味している。概念空間をどの  
 ように設定するかは, いわば任意であり, 機能的に等価な無数の概念体系が考えられ  
 る。しかし, 実際には, 文化型, 教育, 社会的背景などによつて, 一つの概念体系が  
 固定的に定るようになる。したがって, 概念体系——言語体系は社会的規定を受ける  
 のであり, 暗黙のうちにある種の価値観を含むようになる。
- (34) 大矢, 加藤, 横地, 前出, 上巻参照。
- (35) Foerster, H. von (ed.) Cybernetics, N. Y. Josiah Macy, 1953  
 Woodworth, R. S. & Schlosberg, H. Experimental psychology (revised ed.)  
 N. Y. Holt 1954. 等を参照。
- (36) Gomulicki, B. R. The development and present status of the trace theory of  
 memory. Brit. J. Psychol. Suppl. Monogr. XXIX 1953.
- (37) Morris, C. Signs, language and behavior N. Y. Prentice-Hall, 1946.

## Résumé

# Some Methodological Considerations on Children's Number Concept

by

Tamotsu Fujinaga

In this paper, it is criticized that the orthodox trend in developmental studies of children's number concept emphasizes the importance of developmental stages of this concept, for instance in Werner or Piaget's theory, so, also the internal factors, maturation or readiness. However, though the number concept has highly abstract characteristics, young children seem to be able to acquire this concept easily. In addition that, the number concept needs the symbolic mediation process, which has cultural origin. So, on the contrary, it should be pointed out that the role and significance of external factors, such as experience, learning, or cultural environment is rather more important.

Based on such considerations, psychological definition of number concept, models of learning process and the methodological significance of experimental education are discussed.